

2.2 MEIO FÍSICO

A seguir apresenta-se o diagnóstico de meio físico, considerando os temas: Geologia, Geomorfologia, Descrição dos Processos Geodinâmicos, Solos, Hidrogeologia, Recursos Hídricos e Qualidade do ar e Clima.

2.2.1 GEOLOGIA

♦ **INTRODUÇÃO**

A geologia apresenta os tipos litológicos encontrados na região de modo a compreender como tais rochas podem influenciar no tipo de mineralização presente e nos processos geodinâmicos que ocorrem na área. Tais litologias representam a idade geológica Proterozoica em um ambiente com acumulação sedimentar, associada a uma plataforma carbonática que posteriormente sofrera modificações devido ao metamorfismo regional.

A caracterização geológica tem como objetivo a determinação das variações litológicas que ocorrem na AID e All e sua classificação com base em publicações acadêmicas e trabalhos profissionais realizados sobre o tema e/ou no local, de modo integralizar informações adquiridas durante a etapa de campo do projeto.

♦ **METODOLOGIA**

O levantamento de campo foi realizado entre os dias 9 e 11 de outubro de 2010 na área compreendida pelas poligonais da ANM, conforme solicitado na condicionante nº4 da Licença Prévia 171/2020.

A realização dos trabalhos relativos ao EIA/RIMA da CBE obedeceu aos seguintes preceitos metodológicos:

- a) Levantamento bibliográfico sobre a geologia no município de Cachoeiro de Itapemirim.
- b) Análise do material cedido pelo cliente (relatórios, projetos e plantas).
- c) Elaboração da estratégia para realização do levantamento de campo.
- d) Realização de trabalhos de reconhecimento de campo.
- e) Organização dos dados adquiridos no levantamento de campo (fichas descritivas e mapas).
- f) Confecção do relatório.

O levantamento bibliográfico tem por objetivo a obtenção de informações preliminares sobre a área de estudo. Através desse levantamento foram obtidos os seguintes documentos:

- Relatório do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil de Cachoeiro de Itapemirim (folha SF.24-V-A-V) contendo o Mapa Geológico na escala 1:100.000.
- Direitos minerários da área mapeada conforme ANM.
- Publicações acadêmicas e trabalhos profissionais realizados sobre o tema e/ou no local, citadas ao longo do diagnóstico.

A imagem georreferenciada juntamente com o levantamento topográfico são os dados de referência deste relatório, pois ambos apresentam a área com suas informações básicas (localização e delimitação geográfica) para a confecção dos demais mapas.

De posse do acervo de informações bibliográficas e dos dados de referência da área da CBE, foi possível delimitar previamente as unidades geológicas e geomorfológicas e, posteriormente, estabelecer a estratégia para realização dos trabalhos de campo. Em síntese, a estratégia de campo foi focada em: delimitar as unidades (geológicas e geomorfológicas), localizar os principais cursos d'água, identificar os processos geodinâmicos (erosões, movimentos de massa etc.) e as principais vias de acesso para a AID e AII.

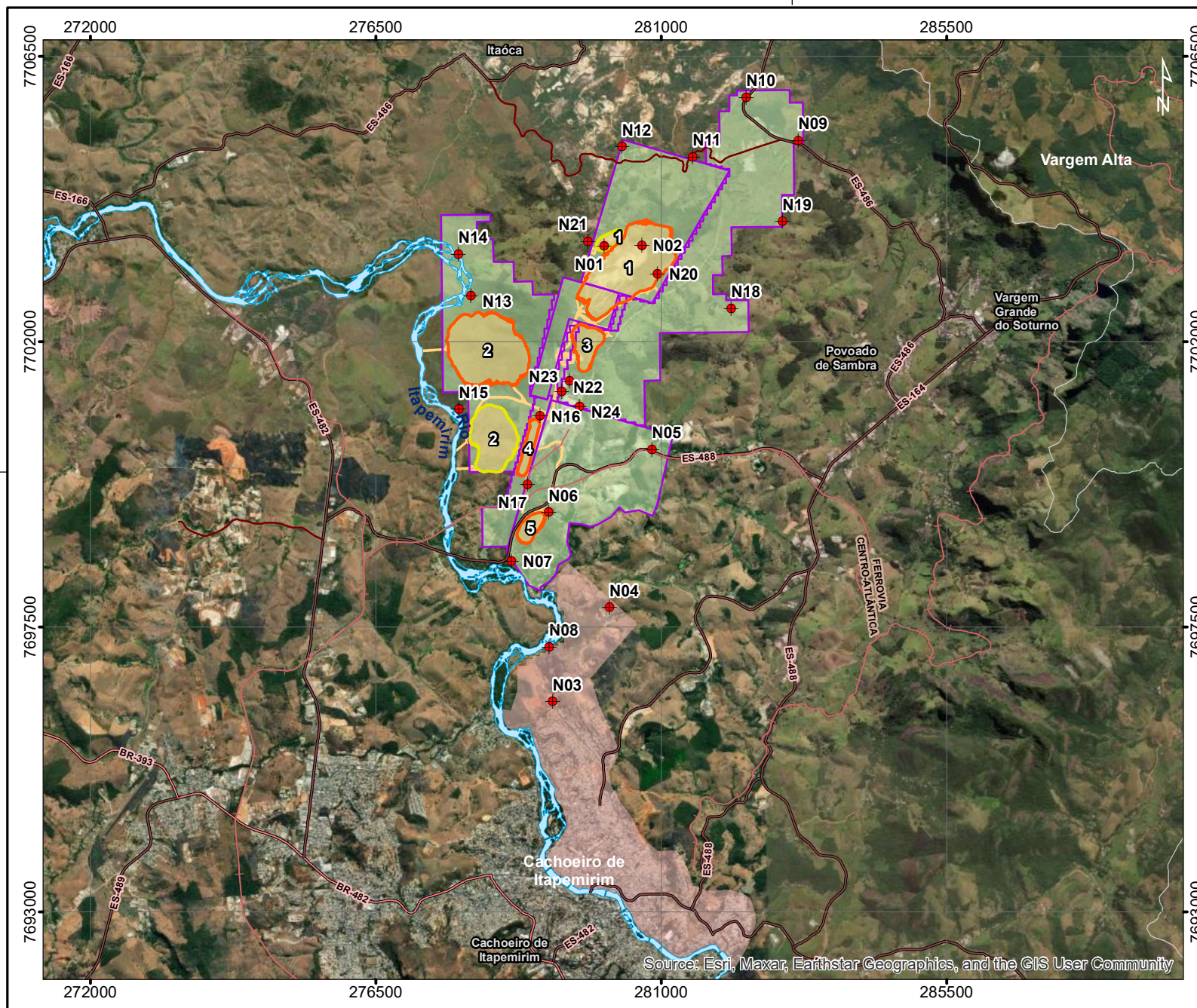
A finalização dessa etapa forneceu os mapas (geológico e geomorfológico) preliminares e os pontos a serem visitados e descritos para o auxílio à confecção dos mapas definitivos.

O levantamento de campo tem como objetivo visitar os pontos previamente estabelecidos na etapa anterior e descrever as unidades (geológicas e geomorfológicas) nas suas características mineralógicas, morfológicas e genéticas. Cada ponto recebe uma denominação (N1, N2, N3 etc.), descrição dos seus aspectos (tipo de rocha, contato observado, características geomorfológicas etc.), fotos representativas do local em questão (citadas no texto com o número do ponto) j, coordenadas UTM, obtidas através de receptor GPS e localização no mapa base. A descrição dos pontos está apresentada no anexo 9 através de fichas padronizadas.

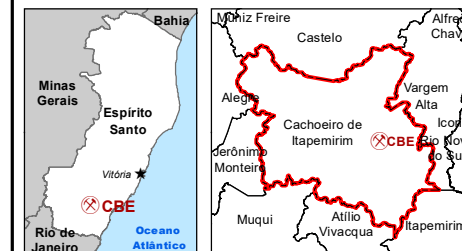
É importante destacar que não fazem parte desse processo de licenciamento as instalações e atividades industriais de produção de cimento da empresa Itabira (fábrica, estocagem de escória, etc.) atividades estas que se iniciam na britagem de minérios e se desdobram até a expedição do produto acabado, pois já possuem licenciamento específico junto ao IEMA.

Todos os dados cartográficos obtidos nos trabalhos de campo são organizados através de *software* de georreferenciamento. Através da organização dos dados são representadas cartograficamente as relações de contato entre as unidades (geológicas e geomorfológicas).

Abaixo segue o mapa dos pontos percorridos e o mapa geológico da área de estudo (que são as poligonais da ANM).



LOCALIZAÇÃO



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

	Rodovia Federal		Rio Itapemirim
	Rodovia Estadual		Limite Municipal
	Via Municipal		
	Trecho Ferroviário		

LEGENDA

	Ponto de Campo
	Poligonais ANM
	Área de Mineração/Cava
	Depósito Controlado de Esteril (DCE)
	Área Diretamente Afetada (ADA)
	Área de Influência Direta (AID)
	Área de Influência Indireta (AI)

Escala Gráfica: 0 450 900 1.800 2.700 m

Projeção UTM - Sistema de Coordenadas Planas
M.C.: -39° WGr. - Datum: SIRGAS 2000 - Zona: 24K



CEB
Companhia Brasileira de Equipamento

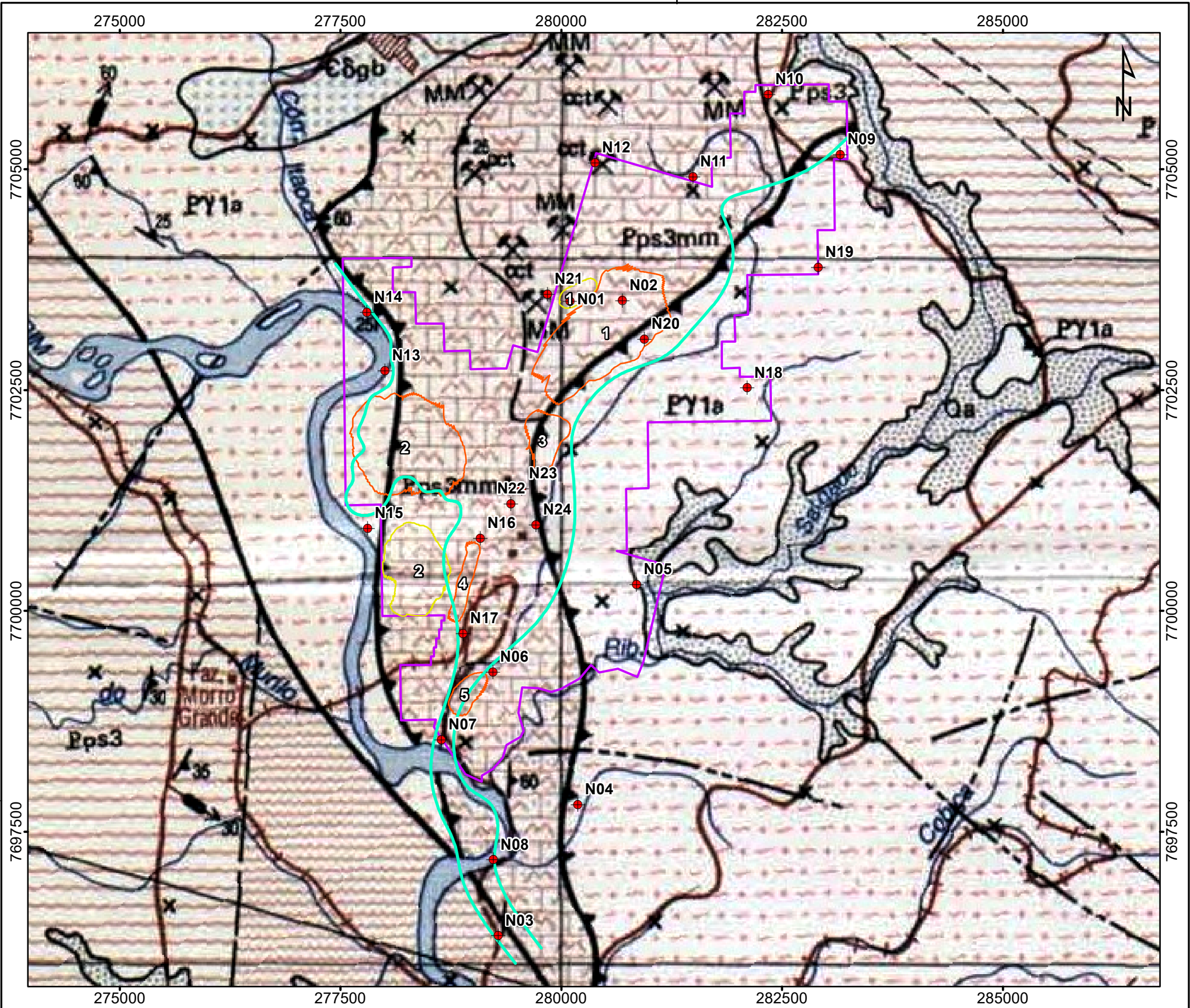
LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA ATIVIDADE MINERAL DE EXTRAÇÃO DE CALCÁRIO E ARGILA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM-ES
Figura 2.2.1-1: Mapa de Localização dos Pontos de Campo de Geologia

Fonte: Imagem ArcGis Online (2022); Dados IJSN e IBGE; CBE Companhia Brasileira de Equipamento (2023).

Elaborado Por: **Patrícia R.M.Z.**
CREA-ES 025490/D
Local: Cachoeiro de Itapemirim - ES

Escala Numérica:	Data:	Revisão:	Folha:
1:90.000	Outubro/2023	00	A4

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



LEGENDA

- Ponto de Campo
- Limite de Ocorrência de Calcário
- Área de Estudo (Poligonais ANM)
- Área de Mineração/Cava
- Depósito Controlado de Esteril (DCE)

* Legenda original da "CARTA GEOLÓGICA - FOLHA CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM SF.24-V-A-V" (esquema ampliado no relatório)

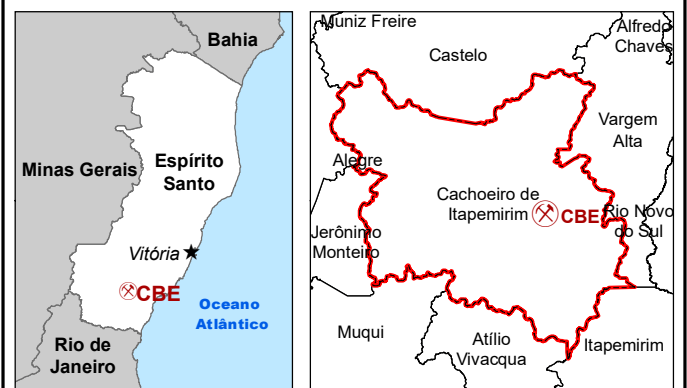
PROTEROZOICO	GRANITÓIDES SIN A TARDI-TANGENCIAIS	PY1	PY1a	PY1b	449 M.a.* (K/Ar em biotita)	PY1 - Ortognaisses de composição granítica, granodiorítica a tonalítica, porfiroblástica, grosseira, com blastos tabulares de feldspato de até 5,0cm orientados segundo a foliação da rocha.	D1,D2,D3 (?) Facies Anfibolito	Granitoides tipo I (MS,MN), cálcio-alcalinos, metaluminosos, pré a tardio-collisionais, e de arco vulcânico.	Material de construção
					580 - 590 M.a.* (U/Pb em zircão)	PY1a - Ortognaisses de composição granítica, granodiorítica a tonalítica, leuco a mesocrático, granulação média a grosseira, localmente porfiroblástica.			
						PY1b - Ortognaisses de composição tonalítica, leuco a mesocrático, granulação média.			
COMPLEXO PARAIBA DO SUL	Pps3	Pps8	mm1	qtz	460 M.a.* (K/Ar em biotita)	Eps1 - Granito-cordierita-granada-sillimanita-biotita gneisse, cinza a cinza escuro, bandado, localmente dobrado e de granulação média, com níveis de quartzo (qt) e lentes de rocha calciossilicática.	Dn,D1,D2,D3 Facies anfibolito a granulito	Sequência de talude inferior (?)	Ouro Mármore Quartzo Caulim Água marinha Água mineral
					660 M.a.* (Rb / Sr)	Eps2 - Anfibólio-biotita gneisse cinza a cinza escuro, bandado e fitado, rico em quartzo; intercalações de anfibolito e freqüentes níveis de quartzo associados a gneisses de aspecto xistoso (qbt) e lentes de rocha calciossilicática.			
						Eps3 - Anfibólio-biotita gneisse e biotita gneisse, cinza a cinza escuro, bandado e dobrado, com marcante foliação de transposição; intercalações de rocha calciossilicática, anfibolito, quartzo (qt), mármore (mm) e mármore impuro (mm1).			
					2,055 M.a.* (U/Pb em zircão)	Eps8 - Anfibólio-biotita gneisse, cinza claro a escuro, bandado e dobrado; subordinadamente gneisse aluminoso, gneisse granítico, rocha calciossilicática, anfibolito, quartzo (qt).			
	Pps3					Eps9 - (Anfibólio)-biotita gneisse, cinza a cinza escuro bandado, localmente dobrado e com porfiroblásticos oclares e tabulares de microclina, gneisse granítico, gneisse granatífero e nível de quartzo associado a quartzomica-xisto (qbt).			

* Legenda original da "CARTA GEOLÓGICA - FOLHA CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM SF.24-V-A-V"

Dn= bandamento pré-transposição D1=foliação de transposição (regime tangencial) D2=dobramentos, transcorrência D3=dobramentos mabertos *=Dados geocronológicos fora da folha

Contato	Zona de cisalhamento transcorrente sinistral	Junta vertical	Estação Geológica
Contato aproximado	Zona de cisalhamento transcorrente dextral	Lineação de estiramento com caimento medido	Mina em atividade
Contato transicional	Faturo	Lineação de estiramento com caimento medido e indicação de sentido de transporte	Mina paralisada
Falha	Fotolineamento estruturais	Minidobra D1 assimétrica com caimento medido	Garimpo em atividade
Falha provável	Antiforme invertido provável	Minidobra D2 assimétrica com caimento medido	Garimpo abandonado
Falha transcorrente sinistral	Foliação com mergulho medido e indicado	Minidobra D2 recumbente assimétrica	Ocorrência mineral
Falha transcorrente dextral	Foliação vertical	Estrada pavimentada	- água mineral
Falha contracional de baixo ângulo	Foliação de fluxo cataclástico com mergulho medido	Estrada sem pavimentação, tráfego periódico	- berilo
Zona de cisalhamento	CIDADE	Estrada de ferro	- calcita
	Vila		- feldspato
	Povoado e outras localidades		- granito
			- mármore
			Curso d'água permanente
			Lagoa permanente

LOCALIZAÇÃO



Escala Gráfica: 0 500 1.000 2.000 3.000 m

Projeção Universal Transversa de Mercator - Sistema de Coordenadas Planas - Meridiano Central: 39° WGr. - Datum Horizontal: WGS84 - Zona: 24K

LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA ATIVIDADE MINERAL DE EXTRAÇÃO DE CALCÁRIO E ARGILA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM-ES

Figura 2.2.1-2: Mapa Geológico

Fonte: Carta Geológica SF.24-V-A-V - CPRM - DNPM, (1993); CBE Companhia Brasileira de Equipamento (2023).

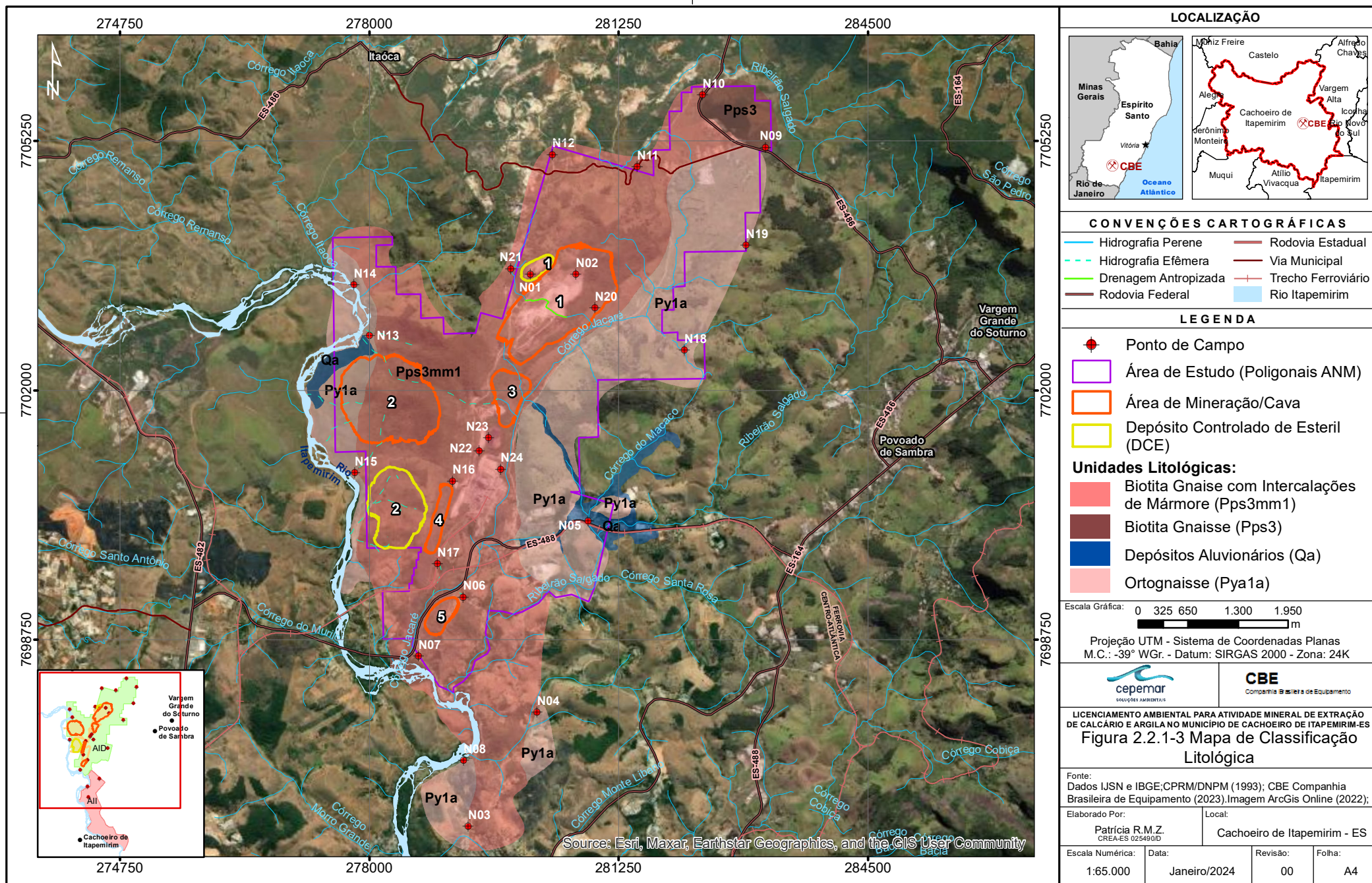
Elaboração: Patrícia R.M.Z. CREA-ES 025490/D Local: Cachoeiro de Itapemirim - ES

Escala Numérica: 1:50.000 Data: Outubro/2023 Revisão: 00 Folha: A3

♦ **DIAGNÓSTICO**

A coluna estratigráfica da AID e AII é composta na sua base pelo Biotita-gnaiss, Biotita-gnaiss com intercalações de mármore, Anfibólito Biotita Gnaiss, Ortognaisses e pelos sedimentos de origem fluvial. Silva (1993) inseriu o Biotita-gnaiss com e sem intercalação de mármore, juntamente com o Anfibólito Biotita Gnaiss no Complexo Paraíba do Sul e o Ortognaiss nos granitoides sin a tardi tangenciais.

Pode-se observar que as Cavas (1,3,4,5) bem como os DCEs (1 e 2) são compostos em sua base pelo Biotita-Gnaiss com Intercalações de Mármore. A Cava 2, apesar de apresentar em sua maioria a mesma classificação litológica que as demais, também apresenta pequena parcela de Ortognaiss na sua base. As relações entre as unidades geológicas representadas cartograficamente são apresentadas na Figura 2.2.1-3.



Segundo Silva (1993), o Complexo Paraíba do Sul de idade Proterozoica “corresponde a acumulação de sedimentos paraplataformais e seus produtos de transformação sob condições de grau forte, bem como contribuições vulcânicas a subvulcânicas básicas, invariavelmente anfibolitizadas”. Silva (1993) destaca uma plataforma carbonática mais desenvolvida na área correspondente aos direitos minerais da CBE, definida como a área de estudo no presente EIA.

O Biotita-gnaiss, sem as intercalações de mármore, ocorre no extremo norte da área da CBE e ocupa 2,05% do total da AID. Os gnaisses com intercalações de mármore ocupam 64,73%, orientados no sentido norte-sul até a metade da área. Uma inflexão nesta unidade, no centro da AID, a conduz para uma direção NE. A mineralogia é composta basicamente por plagioclásio, quartzo, feldspato potássico e biotita. Silva (1993) divide o mármore em duas subunidades: a faixa ao norte da área, constituída por mármore puros, e a faixa ao sul, composta por mármore impuro (Figura 2.2.1-3).



Figura 2.2.1-3: Afloramento de biotita-gnaiss e mármore.
Em destaque, a intercalação do biotita-gnaiss com o mármore (Ponto N2 - 1411).

No limite sul da AII e abrangendo a sede do município de Cachoeiro de Itapemirim, o anfibólio biotita gnaiss, de idade Proterozoica, se apresenta bordejando o rio Itapemirim e a unidade de mármore impuros nos pontos N3 e N8. No ponto N3, o contato ocorre através de uma falha transcorrente sinistral. Silva (1993) destaca a dificuldade de se traçar um contato com as unidades circunvizinhas, devido às sucessivas fases deformacionais e ao espesso manto de intemperismo. Este tipo litológico apresenta tonalidade cinza-claro a escuro, segundo Silva (1993), granulometria variando de fina a grossa de quartzo, feldspato (microclina e oligoclásio) além da biotita e o anfibólio. Como minerais acessórios primários, os mais comumente encontrados são: a granada e a silimanita.

O ortognaiss Cachoeiro, de idade Proterozoica, bordeja a AID a leste e a oeste, ocupando 29,43% dessa área. A mineralogia é composta por: quartzo, feldspato, biotita e anfibólio (Figura 2.2.1-4). O contato entre o ortognaiss e o biotita-gnaiss é brusco, e, segundo Silva (1993), através de falha contracional de baixo ângulo (Figura 2.2.1-5 e Figura 2.2.1-6).



Figura 2.2.1-4: Litotipo característico do ortogneisse (Ponto N18).



Figura 2.2.1-5: Local da falha contracional. Notar blocos de rocha tombados em estrada devido à atuação de processos geodinâmicos em maciço rochoso fraturado (Ponto N14).



Figura 2.2.1-6: Local da falha contracional. Notar área mais abatida à direita, devido à maior dissecação do relevo em função da falha (Ponto N4).

A falha contraccional de baixo ângulo atravessa a AII e AID na direção norte-sul, limitando a biotita gnaiss com as intercalações de mármore e mármore impuro. O contato aproximado entre as intercalações de mármore e mármore impuro também ocorre na direção norte-sul.

A área de sedimentação fluvial é restrita a duas porções nos extremos leste e oeste, perfazendo 3,79% da AID. Na porção oeste encontra-se em área de deposição do rio Itapemirim, formando um terraço fluvial (Figura 2.2.1-6). Na porção leste, a sedimentação fluvial é em função do ribeirão Salgado (Figura 2.2.1-7). Os sedimentos aluviais são constituídos por granulometrias que variam desde os arenosos até os argiloarenosos e argilossiltosos (SILVA, 1993).



Figura 2.2.1-6: Local de deposição do rio Itapemirim (Ponto N13).



Figura 2.2.1-7: Local de deposição do ribeirão Salgado (Ponto N5).

◆ CONCLUSÃO

O controle litológico observado na AII e AID se dá por rochas gnáissicas e carbonáticas, que podem ocorrer ora intercaladas, como no caso do Biotita-gnaiss com o mármore, ora constituídas por mármore puros ou impuros. Ainda podem ser vistas unidades litológicas em contato gradual ou brusco, que na maioria das vezes são limitadas por estruturas rúpteis

de transcorrência sinistral ou contracional debaixo ângulo. A ocorrência de áreas de sedimentação fluvial é frequente, entretanto, restrita em algumas porções, representando uma localizada região da área de estudo e está diretamente ligada ao processo de deposição do rio Itapemirim.

No que tange as ADAs, a litologia presente nas Cavas 1, 3, 4 e 5, bem como nos DCE 1 e DCE 2 são classificadas como Biotita-gnaiss com intercalações de mármore. Foi observado no controle litológico da Cava 2, que além da presença de Biotita-gnaiss com intercalação de mármore, também é observada a presença de Ortognaiss próxima a sua borda oeste.

2.2.2 GEOMORFOLOGIA

♦ INTRODUÇÃO

A partir do conhecimento da geomorfologia da região, é possível entender as condições gerais da dinâmica da paisagem contribuindo para o desenvolvimento de prognósticos e interpretações das condições ambientais, buscando compreender os processos pretéritos e atuais. Tal estudo está diretamente ligado aos fatores endógenos e exógenos que ocorrem ao longo do tempo geológico, demonstrando evidências de grandes transformações.

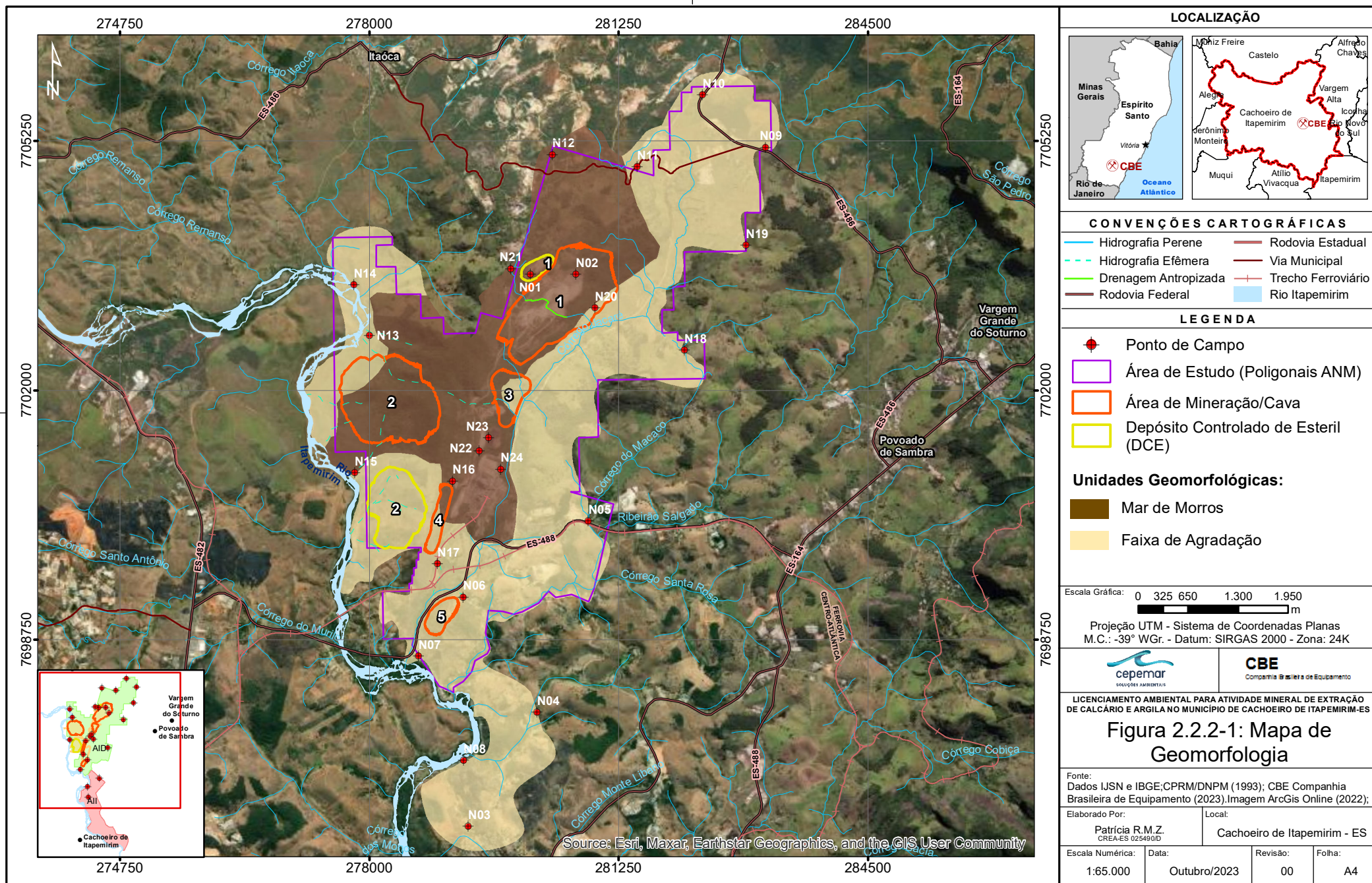
A caracterização de unidade geomorfológica tem como objetivo a delimitação e descrição dos principais padrões de relevo presentes na AID e AII, assim como visto por Silva (1993).

♦ METODOLOGIA

Os métodos aplicados no desenvolvimento da caracterização geomorfológica da área se equiparam à metodologia utilizada na delimitação geológica (item 2.2.1), assim como na técnica empregada na identificação dos processos geodinâmicos.

♦ DIAGNÓSTICO

Na área da AID e AII são individualizadas duas unidades geomorfológicas, segundo Silva (1993): mar de morros e faixa de agradação Cachoeiro de Itapemirim – Castelo. As unidades geomorfológicas estão representadas cartograficamente na Figura 2.2.2-1.



A unidade mar de morros ocupa a porção central da AID, abrangendo integralmente o DCE1 e parcialmente as Cavas 1,2,3 e 4, representada pelo Biotita-gnaiss. Esta unidade está orientada no sentido norte-sul, e as cotas são superiores a 200 m, alcançando 320 m no ponto N12 (Figura 2.2.2-2). É possível notar nesta unidade altas declividades em função da existência de rocha aflorante nas cotas superiores a 200 m. Silva (1993) ratifica as elevadas declividades e complementa que esta área está submetida a intenso processo de dissecação, porém, devido à resistência do bitotita-gnaiss, estes formam edifícios litológicos esculpidos e desnudados. Esta área circunda a atual área de exploração de calcário na CBE (Figura 2.2.2-3).

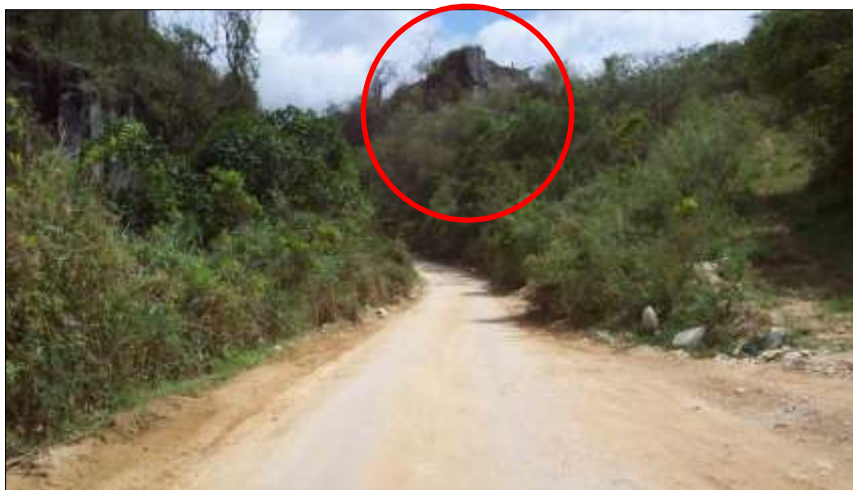


Figura 2.2.2-2: Em destaque, maciço rochoso aflorante na cota 320 m (Ponto N12).



Figura 2.2.2-3: Em primeiro plano, elevação representante da unidade mar de morros. (Ponto N22).

SILVA (1993) descreve a faixa de agradação Cachoeiro de Itapemirim – Castelo com um relevo arrasado, como morros de topo aplainado, vales abertos, solo espesso, geralmente avermelhado.

Essa formação geomorfológica pode ser observada integralmente nas áreas destinadas a Cava 5 e DCE 2. Também é encontrada de forma predominante nas Cavas 3 e 4, enquanto ocorre em menor proporção na área das Cavas 1 e 2. Dentro desta unidade geomorfológica são encontrados os ortognaisses, o biotita-gnaisse e o anfibólio biotita gnaisse, que bordeja a AII próximo à sede do município de Cachoeiro de Itapemirim, além dos sedimentos aluviais (Figura 2.2.2-4). O ponto N20 mostra uma área de relevo plano, com cota de 118 m (Figura 2.2.2-5). Na porção sul da AID as cotas variam de 38 m a 93 m, nos pontos N3, N4 e N8, já apresentando um relevo composto por morros (Figura 2.2.2-6).



Figura 2.2.2-4: Local de deposição do ribeirão Salgado (Ponto N5).

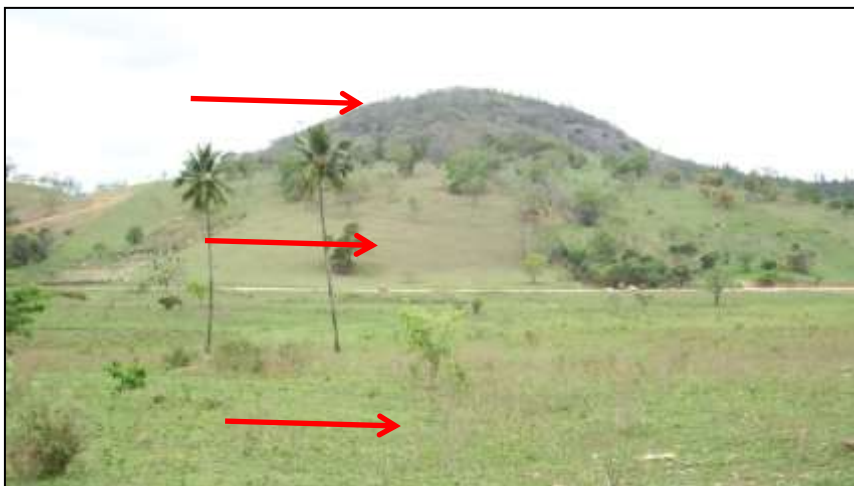


Figura 2.2.2-5: Área plana da AID em primeiro plano. Em segundo plano morro com topo aplainado, também da unidade faixa de agradação. Em terceiro plano, fora da AID, unidade mar de morros (Ponto N20).



Figura 2.2.2-6: Na área circulada, exemplo de morros de topos aplainados (Ponto N8).

◆ CONCLUSÃO

O controle geomorfológico presente na AII e AID se distingue em dois domínios, sendo o primeiro relacionado a mares de morros, onde o predomínio ocorre por relevos com declividades intermediárias a altas que estão sujeitos a frequente dessecação e conformação de edifícios litológicos esculpidos e desnudados. O segundo padrão representa morfologias de aplainamento em topos de morros em meio a vales abertos, descrevendo a faixa de agradação Cachoeiro de Itapemirim – Castelo.

2.2.3 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS GEODINÂMICOS

◆ INTRODUÇÃO

Os processos geodinâmicos externos podem ser deflagrados, acelerados ou mesmo ampliados por distintas atividades empreendedoras, variando em magnitude conforme o modo pelo qual cada intervenção no ambiente é realizada. Dentre tais atividades, destacam-se os empreendimentos minerários que podem intensificar os processos erosivos, de movimentos de massa, entre outros.

A caracterização de unidade geomorfológica tem como objetivo a identificação dos processos geodinâmicos (processos erosivos, de movimentos de massa, etc.), de modo a compreender como tais processos influenciam na AID e AII.

◆ METODOLOGIA

Os métodos aplicados no desenvolvimento da identificação dos processos geodinâmicos da área se equiparam à metodologia utilizada na delimitação geológica (Item 2.2.1), assim como à técnica empregada na caracterização geomorfológica (Item 2.2.2).

◆ **DIAGNÓSTICO**

A AID e AII apresentam susceptibilidade a alguns processos geodinâmicos, dentre eles citam-se: alagamentos, inundação, erosão e movimentos de massa.

A maior potencialidade de alagamento e/ou inundação é proveniente da drenagem principal da área: o rio Itapemirim. O rio Itapemirim bordeja todo limite da AID a oeste. Não foram detectados pontos críticos para inundação e/ou alagamento na AID. Os córregos Jacaré, Ribeirão Salgado e, uma pequena porção do córrego do Macaco, são as demais drenagens da área da CBE. O córrego Jacaré corta a área dos direitos minerais na direção nordeste/sudoeste. Não foram detectadas, em ambas as drenagens, potencialidade para inundações de grande porte, sobretudo pela pouca expressão de suas calhas e baixo gradiente, diminuindo também a sua atual potencialidade para processos erosivos. O ponto N13 mostra uma área mais baixa do relevo, próximo ao leito do rio Itapemirim, que se apresenta como uma planície de inundação (Figura 2.2.3-1). A Figura 2.2.3-2 apresenta a calha do rio Itapemirim encaixada entre morros com algumas áreas potenciais de alagamento, caracterizadas também como planícies de inundação, na AII e AID.



Figura 2.2.3-1: Em primeiro plano, a planície de inundação; e em segundo plano, o rio Itapemirim (Ponto N13).



Figura 2.2.3-2: Vista na direção norte da calha do rio Itapemirim. À direita, em destaque, área potencial de alagamento na AID (Ponto N15).

A Figura 2.2.3-3 apresenta, nas laterais, uma área fora do limite dos direitos minerais da CBE. Essa área apresenta, como o seu litotipo, o biotita-gnaiss. Apesar da abertura de vias de acesso, não é notado ravinamento ou voçoroca, que são respostas diretas do relevo ao redirecionamento das águas pluviais nas vertentes. Dentro da AID é possível notar a influência da vegetação, mesmo que composta por gramíneas, na mitigação dos processos erosivos em áreas com modificação antrópica. A presença de vegetação mostra posições antagônicas dentro da mesma unidade geológica e geomorfológica: a intensa atuação de fenômenos erosivos em locais com alteração antrópica e local ainda com preservação de mata, sem detecção de processos geodinâmicos instabilizadores (Figura 2.2.3-4).



Figura 2.2.3-4: Em primeiro plano, área de exploração do calcário, dentro do limite da AID. Em segundo plano, área vizinha à CBE (Ponto N1).



Figura 2.2.3-5: Vista da área da CBE em direção à planta de beneficiamento do calcário (fábrica da Itabira). (Ponto N1).

Os movimentos de massa são representados na AID por escorregamentos de solo e rocha e quedas e tombamentos de blocos de rocha. A análise apresentada para processos erosivos é similar para movimentos de massa, sobretudo quando se refere às alterações antrópicas como aceleradores de processo geodinâmicos, tais como as detonações e o decapeamento do estéril. O processo de decapeamento do estéril expõe as

descontinuidades que podem ser abertas, devido à utilização de explosivos (Figura 2.2.3-6 e Figura 2.2.3-7).



Figura 2.2.3-6: Vista geral da área de lavra do calcário atual (Cava 1). Notar a exposição do mármore após o decapeamento (Ponto N2).



Figura 2.2.3-7: Descontinuidades observadas na unidade biotita gnaiss com o mármore intercalado (Ponto N2).

A susceptibilidade das rochas gnáissicas intercaladas com o mármore a processos erosivos e aos movimentos de massa é oriunda do comportamento geomecânico distinto dos materiais, tornando esta unidade geológica mais susceptível a estes processos. A maior susceptibilidade do mármore ao intemperismo, sobretudo ao químico, expõe as fraturas que intercalam o gnaiss com o calcário. A exposição é devida ao comportamento da chuva, geralmente levemente ácida, somada a altas temperaturas, que aceleram os processos químicos de intemperização do calcário. Com a dissolução das rochas calcárias, a água infiltra mais profundamente nas fraturas e se torna um agente intempérico capaz de promover alterações também no gnaiss. Desta maneira, é comum encontrar blocos de gnaiss “soltos” ou envoltos em solo de origem calcária com risco de tombamento e/ou queda (Figura 2.2.3-8).



Figura 2.2.3-8: Talude no contato entre o ortognaiss e o biotita gnaiss intercalado com mármore. Em destaque, solo de coloração avermelhada, originário de rocha calcária, na crista do talude e entre as fraturas do biotita-gnaiss e/ou ortognaiss (Ponto N8).

♦ CONCLUSÃO

Os processos instabilizadores encontrados nas áreas de influência não se apresentam significativos. Na região central da AID, onde a unidade Mar de Morros prevalece, o manto de intemperismo se apresenta, predominantemente, com uma tênue camada de solo, prevalecendo a potencialidade a quedas e tombamentos de blocos. Mesmo quando o horizonte de solo ocorre mais espesso, não foram notados processos instabilizadores ligados a escorregamentos. Na Faixa de Agradação que bordeja a AII e a própria unidade Mar de Morros, as maiores potencialidades de processos geodinâmicos são para as inundações e alagamentos.

2.2.4 SOLOS

♦ INTRODUÇÃO

Os solos são definidos como materiais minerais e/ou orgânicos, dispostos em camadas ou horizontes na superfície superior do terreno, resultantes da decomposição das rochas ou de restos de vegetais, através de agentes físicos, químicos e biológicos. O solo é denominado “autóctone” quando está assentado diretamente sobre o material que lhe deu origem (rocha matriz, nos solos minerais), e “alóctone” quando é resultante do transporte pela água, pelo gelo ou pelo vento ou de sedimentos provenientes do processo de intemperismo, para locais fora de sua origem.

Os levantamentos de solos têm como objetivo: determinar as características dos solos; classificá-los em unidades definidas de um sistema uniforme de classificação, de acordo com nomenclatura padronizada; estabelecer e locar seus limites graficamente representados; prever e determinar sua adaptabilidade para diferentes aplicações.

♦ METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o levantamento das classes de solos da área do empreendimento se dividiu em três etapas, sendo estas a revisão bibliográfica dos estudos morfológicos oficiais, campanhas de campo para verificação e constatação das informações existentes na literatura, trabalho de escritório com elaboração do relatório técnico e mapeamento da classe de solo existente.

Para elaboração do levantamento das classes de solos da área do empreendimento, foram utilizados como base para o mapeamento a carta de solos em escala 1:400.000 denominada Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo/ EMBRAPA/SNLCS/1971, coordenada por Luzberto Achá Panoso, o mapa em escala 1:400.000 das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo/SEAG/EMCAPA/1999, coordenado por Leandro Roberto Feitosa, e o Mapa Pedológico/Levantamento de Recursos Naturais – Projeto RADAMBRASIL – Folha Rio de Janeiro/Vitória (SF.23/24*-24) – vol.32 – IBGE, em escala 1:1.000.000, elaborado pela Divisão de Cartografia do Projeto RADAMBRASIL/1983; Carta do Brasil ao Milionésimo, IBGE, 1979, Ortofotomosaico IEMA, 2007/2008, Carta IBGE Folha SF-24-V-A-V-4 Cachoeiro de Itapemirim em escala 1:50.000, Carta IBGE Folha SF-24-V-A-V-3 Castelo em escala 1:50.000, além de terem sido revisadas várias publicações que englobam o referido tema.

A revisão bibliográfica buscou estabelecer uma relação entre as informações pedológicas existentes sobre a área de estudo e os materiais básicos utilizados para os levantamentos de solos, como imagens de satélites, fotografias aéreas e cartas do IBGE, visando assim facilitar as etapas posteriores deste levantamento.

Foram realizadas campanhas de campo, com objetivo de comparar e averiguar as características das classes de solos existentes na área do empreendimento. As características inerentes às unidades pedológicas em campo levantadas foram detalhadas pela EMBRAPA (1978), através da descrição dos perfis de solo do estado do Espírito Santo, com identificação de horizontes e respectivas descrições morfológicas, caracterizando a

espessura, cor, textura, estrutura, consistência, transição entre horizontes, entre outras. Este exame de perfil foi utilizado para distinguir horizontes ou camadas através de características morfológicas, com aferição por meio dos dados analíticos e publicados pela EMBRAPA em 1978, através do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo/EMBRAPA/SNLCS.

É importante ressaltar que não foi feita descrição dos perfis de solos para este trabalho. Foram utilizados os dados dos perfis produzidos para o município de Cachoeiro de Itapemirim pela EMBRAPA (1978).

Após a conclusão da revisão bibliográfica e das campanhas de campo, foram iniciados os trabalhos de escritório que consistiram na descrição e no mapeamento das classes de solos da área de influência direta do empreendimento.

Para o mapeamento, procurou-se estabelecer uma relação entre as informações existentes da área de estudo e a base cartográfica (Carta do Brasil ao Milionésimo, IBGE, 1979, Ortofotomosaico IEMA, 2007/2008) utilizada para o processamento da interpretação preliminar e delineamento das diferentes unidades fisiográficas, levando-se em consideração as unidades geomorfológicas e geológicas, os recursos hídricos superficiais, o tipo de vegetação e o uso e ocupação do solo da região.

Para a classificação da unidade pedológica na área de estudo foram utilizados os critérios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA. No caso da representação cartográfica desta classe, foi elaborada uma legenda em caráter preliminar durante os trabalhos de campo e definida após a conclusão dos trabalhos de classificação das classes de solos existentes, em conformidade com os critérios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA, com o delineamento das unidades pedológicas na escala final e transferida para a base cartográfica.

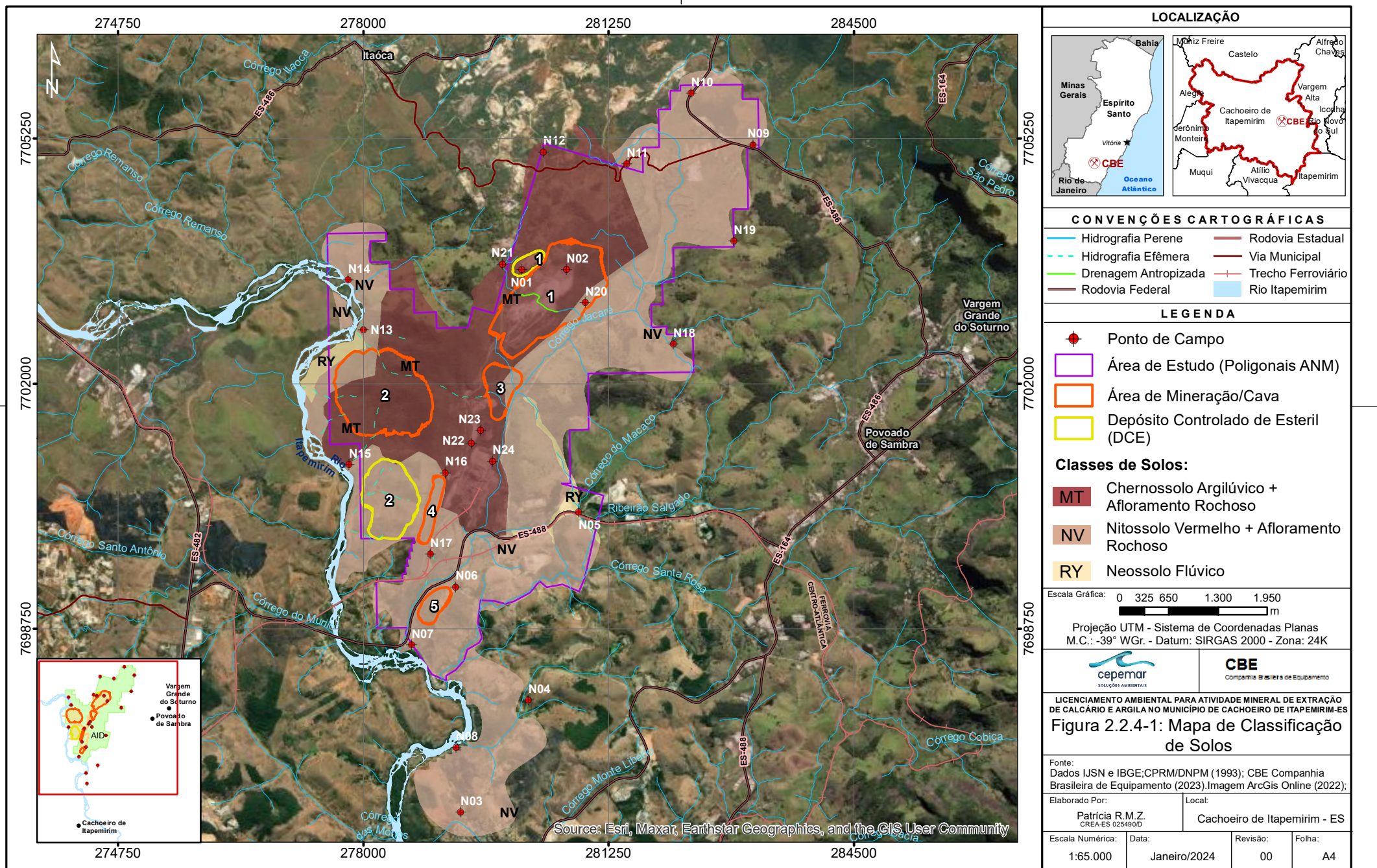
♦ **DIAGNÓSTICO**

Foram identificadas três classes de solos, sendo que em duas dessas classes, os Chernossolo Argilúvico e Nitossolo Vermelho encontram-se associados a afloramentos rochosos. (Tabela 2.2.4-1 e Figura 2.2.4-1).

Tabela 2.2.4-1: Classes de solos existentes na área de influência direta do empreendimento.

CLASSE DE SOLO
Chernossolo Argilúvico
Nitossolo Vermelho
Neossolo Flúvico

Fonte: EMBRAPA (2006).



◆ **Chernossolos Argilúvicos**

Segundo EMBRAPA (1999), esses solos são considerados um grupamento dos Chernossolos com ou sem acumulação de carbonato de cálcio.

Os Chernossolos têm uma evolução não muito avançada, segundo atuação expressiva de processo de bissialitização, manutenção de cátions básicos divalentes, principalmente cálcio, conferindo alto grau de saturação dos coloides e eventual acumulação de carbonato de cálcio, promovendo reação aproximadamente neutra com enriquecimento em matéria orgânica, ativando complexação e floculação de coloides inorgânicos e orgânicos.

Esses solos têm desenvolvimento de horizonte superficial, diagnóstico, com o seguinte critério: A chernozêmico, seguido de horizonte C, desde que cálcico ou carbonático, ou conjugado com horizonte B textural, ou B nítico, ou B incipiente, com ou sem horizonte cálcico ou caráter carbonático, sempre com argila de atividade alta e saturação por bases alta.

Embora sejam formados sob condições de clima bastante variáveis e a partir de diferentes materiais de origem, o desenvolvimento destes solos depende da conjunção de condições que favorecem a formação e persistência de argilominerais 2:1, especialmente do grupo das esmectitas, e de um horizonte superficial rico em matéria orgânica e com alto conteúdo de cálcio e magnésio.

Em sua definição, são solos constituídos por material mineral, que apresentam chernozêmico seguido por:

- horizonte B incipiente, B textural ou B nítico, com argila de atividade alta e saturação por bases alta; ou
- horizonte cálcico ou com caráter carbonático, coincidindo com o horizonte A chernozêmico e/ou com horizonte C, admitindo-se, entre os dois, horizonte Bi com espessura < 10cm; ou
- contato lítico desde que o horizonte A chernozêmico contenha 15% ou mais de carbonato de cálcio equivalente.

Nesta classe de solos está incluída a maioria dos solos que foram classificados pela Embrapa Solos, como Brunizem, Rendzina, Brunizem Avermelhado, Brunizem Hidromórfico.

Os Chernossolos Argilúvicos se caracterizam por apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Antes, eram designados de Brunizens Avermelhados. São moderadamente profundos a rasos, com distinta diferenciação entre os horizontes, normalmente com textura média nos horizontes superficiais e argilosa nos subsuperficiais. Apresentam permeabilidade moderada no horizonte superficial e lenta no horizonte Bt, sendo, portanto, muito susceptíveis ao desenvolvimento de processos erosivos.

Em síntese, os Chernossolos Argilúvicos são solos que apresentam características químicas excelentes para o uso agrícola, principalmente por seu elevado potencial nutricional, alta saturação por bases e capacidade de troca de cátions, além de

apresentarem acidez praticamente nula. Esse solo é encontrado de forma majoritária nas Cava 1,2 e 3, e em toda a área do DCE 1. Na área de influência direta do empreendimento, ocorrem em locais onde o relevo é mais acidentado, prevalecendo as limitações devidas aos fortes declives, com alto risco de erosão. Atualmente são mais usados para pastagens, embora existam alguns fragmentos florestais, conforme apresenta a Figura 2.2.4-2.



Figura 2.2.4-2: Chernossolo Argilúvico recoberto por pastagens, com pequeno fragmento florestal no topo do morro.

◆ **Nitossolo Vermelho**

Segundo EMBRAPA (1999), esses solos são considerados um grupamento de solos com horizonte B nítico, com argila de atividade baixa.

O Nitossolo Vermelho tem avançada evolução pedogenética pela atuação de ferralitização com intensa hidrólise, originando composição caulinitica-oxídica, com estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte, apresentando superfícies reluzentes à cerosidade.

Nesta classe se enquadram solos antes classificados como Terra Roxa Estruturada, Terra Roxa Estruturada Similar, Terra Bruna Estruturada, Terra Bruna Estruturada Similar e alguns Podzólicos Vermelho-escuros e Vermelho-Amarelos pela classificação de solo anteriormente utilizada no Brasil, como, por exemplo, o perfil No. 3 - ES - EMBRAPA (1966), apresentados pelas Tabelas 2.2.4-2, 2.2.4-3 e 2.2.4-4 a seguir.

Esta classe não engloba solos com incremento no teor de argila requisito para horizonte B textural, sendo a diferenciação de horizonte menos acentuada que aqueles, com transição do A para o B clara ou gradual e entre sub-horizontes do B difusa. São profundos, bem drenados, de coloração variando de vermelho a brunada.

Esses solos estão relacionados às áreas de rochas cristalinas de caráter intermediário e básico, podendo ocorrer também sobre rochas de caráter ácido com possível influência de materiais básicos. Esse tipo de solo foi encontrado na totalidade nas áreas das Cavas 4 e 5 e DCE 2, também foi encontrada na menor porção das Cavas 1, 2 e 3. Na área de influência direta do empreendimento, ocorrem em locais onde o relevo é forte ondulado, o

que confere a eles uma grande limitação agrícola e grande suscetibilidade ao desenvolvimento de processos erosivos. Atualmente esses solos são mais usados para pastagens, embora existam alguns fragmentos florestais, conforme apresenta a Figura 2.2.4-3.



Figura 2.2.4-3: Nitossolo Vermelho utilizado para o plantio de pastagens, com pequeno fragmento florestal no topo do morro.

Tabela 2.2.4-2: Perfil N°. 3 – ES - EMBRAPA 1978.

Classificação	TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR EUTRÓFICA podzólica A moderado, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado do (TRPel).	
Localização	Município de Cachoeiro de Itapemirim, a 10 km de Cachoeiro de Itapemirim na estrada para Castelo.	
Situação e Declive	No terço superior de uma elevação com 30 metros de altitude relativa a 27% de declive.	
Altitude	80 metros.	
Litologia e Formação Geológica	Anfibólio-biotita-xisto (?). Pré-Cambriano Indiviso.	
Material Originário	Anfibólio-biotita-xisto (?).	
Relevo Local	Ondulado, constituído por morro de topo arredondado, vertente curta e convexa.	
Relevo Regional	Ondulado, com morros de topos arredondados, vertentes convexas de dezenas de metros e vales em manjedoura e em "V".	
Erosão	Laminar ligeira e moderada e em sulcos superficiais repetidos ocasionalmente.	
Drenagem	Bem drenado.	
Vegetação Local	Capim-jaraguá e pouco capim-gordura.	
Vegetação Regional	Floresta tropical subcaducifólia e gramíneas (pasto de capim-jaraguá) com algumas árvores e coqueiros.	
Uso atual	Cultura de café e pastagem de capim-jaraguá.	
A₁	0	A₁

Tabela 2.2.4-2: Perfil N°. 3 – ES - EMBRAPA 1978. Continuação.

<i>B₁</i>	20	<i>B₁</i>
<i>B_{21t}</i>	50	<i>B_{21t}</i>
<i>B_{22t}</i>	70	<i>B_{22t}</i>
<i>B₃</i>	150	<i>B₃</i>
<i>C</i>	200	<i>C</i>
<i>Raízes</i>		<i>Raízes</i>
<i>Calhaus e Matacões</i>	Observa-se na região ocupada de 5 % a 10% da área. No perfil observam-se calhaus e matacões que são restos de material de origem que ainda não estão decompostos, pois se trata de materiais resistentes a intemperização, como veios de quartzo, que são comuns nessa rocha.	
<i>Observações</i>	No horizonte C, observa-se erosão moderada e forte formando pequenos voçorocas ou sulcos. Observa-se algumas vezes, em alguns torrões, um aumento do volume quando umedecido.	

Tabela 2.2.4-3: PERFIL N^o 03 – Município: Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo - Classificação: TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR EUTRÓFICA podzólica A moderado - Amostras de lab. n^{os}: 2422/27. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS.

Horizonte		Frações da Amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH) %				Argila dispersa em água %	Grau de floculação %	% Silte % Argila	Densidad e g/cm ³		Porosidade % (volume)
Símbol o	Profundidade cm	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa > 0.20 mm	Arei fina 0.20-0.05 mm	Silt 0.05-0.002 mm	Argil < 0.002 mm				Aparente	Real	
A ₁	0-20	0	2	9	44	12	10	34	3	9	0,2			
B ₁	20-50	0	3	9	31	9	7	53	4	9	0,1			
B ₂	50-70	0	1	9	23	6	4	67	5	12	0,0			
B ₂	70-150	0	1	9	23	6	3	68	1	85	0,0			
B ₃	150-200	0	1	9	25	6	10	59	0	10	0,1			
C	200-280+	0	3	9	28	18	21	23	2	91	0,9			

Tabela 2.2.4-3: PERFIL N^o 03 – Município: Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo - Classificação: TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR EUTRÓFICA podzóica A moderado - Amostras de lab. n^{os}: 2422/27. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS. Continuação.

Horizonte	pH (1:2,5)		Complexo sortivo mE/100g								Valor V (sat. de bases)	100. Al ⁺⁺⁺		P assimilável ppm
	Águ	KC1 IN	Ca ⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Valor T (soma)		Al ⁺⁺⁺ + S		
A ₁	6,5		5,9	6,7	4,	0,6	0,0	11,	0	2,4	14,	82	0	3
B ₁	7,2		6,4	5,8	2,	0,1	0,0	8,3	0	0	8,3	10	0	1
B _{21t}	7,4		6,6	6,9	2,	0,0	0,0	9,3	0	0	9,3	10	0	1
B _{22t}	7,2		6,5	4,1	3,	0,0	0,0	7,5	0	0	7,5	10	0	2
B ₃	6,5		5,6	2,3	3,	0,0	0,0	5,8	0	1,4	7,2	81	0	1
C	6,1		4,5	2,8	3,	0,0	0,0	6,5	0,	0,0	7,5	87	2	1

Relação textural: 1,8

Tabela 2.2.4-3: PERFIL N^o. 03 – Município: Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo - Classificação: TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR EUTRÓFICA podzólica A moderado - Amostras de lab. n^{os}: 2422/27. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS. Continuação

Horizonte	C (orgânico) %	N %	C	Ataque por H ₂ SO ₄ % d = 1,47						$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ (Ki)	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$ (Kr)	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	Fe ₂ O ₃ Livre %	Equivalente de CaCO ₃ %
			N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO					
A ₁	1,62	0,17	10	12,5	9,3	4,6	0,66	0,06		2,29	1,73	3,17		
B ₁	0,51	.006	9	20,6	16,3	6,9	0,59	0,03		2,15	1,69	3,71		
B _{21t}	0,43	0,05	9	25,6	20,7	8,1	0,97	0,03		2,10	1,68	4,00		
B _{22t}	0,31	0,04	8	27,4	22,2	8,3	0,99	0,03		2,10	1,69	4,20		
B ₃	030	0,03	10	27,3	21,8	8,2	1,00	0,02		2,13	1,72	4,17		
C	0,30	0,03	10	20,5	13,6	6,3	0,81	0,02		2,57	1,99	3,40		

Horizonte	Sat. cl Sódio (% de Na ⁺ trocável no valor T)	Pasta saturada		Saís solúveis (extrato 1:5)							Constantes hídricas %			
		C.E. mohms/cm 25° C	Água	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁺ CO ₃ ⁺⁺	Cl ⁺	SO ₄ ⁺⁺	Umidade 1/3 atm	Umidade 15 atm	Água disponível máx	Equivalent e de umidade
				←	mE/100g		→							
A ₁	X													21
B ₁	X													22
B _{21t}	X													32
B _{22t}	1													34
B ₃	X													34
C	1													31

Relação textural: 1,8

Tabela 2.2.4-4: Perfil N^o 3 – Análise Mineralógica.

A₁	Areias	90% de quartzo, grãos hialinos, alguns com material negro incluso, alguns grãos com aderência de óxido de ferro; 10% de concreções ferruginosas; traços de detritos.
	Cascalho	95% de quartzo, grãos hialinos, alguns com aderência de óxido de ferro, alguns grãos triturados, alguns com aderência de manganês; 5% de concreções argilo-humosas, concreções de manganês; concreções arenoargilosas e mangnetita; traços de carvão, detritos de feldspato intemperizado.
B₁	Areias	90% de quartzo, grãos hialinos, alguns com aderência de óxido de ferro; 10% de magnetita.
	Cascalho	100% de quartzo, grãos triturados, alguns com aderência de óxido de ferro; traços de detritos, carvão e feldspato.
B_{21t}	Areias	98% de quartzo, grãos hialinos, alguns com aderência de óxido de ferro; 2% de magnetita; traços de detritos.
	Cascalho	99% de quartzo, grãos triturados, alguns com aderência de óxido de ferro; 1% de magnetita.
B_{22t}	Areias	98% de quartzo, grãos hialinos, alguns com aderência de óxido netita; 5% de magnetita; traços de mica biotita intemperizada.
	Cascalho	100% de quartzo, alguns grãos com aderência de óxido de ferro, alguns triturados; traços de feldspato.
B₃	Areias	95% de quartzo, grãos hialinos, alguns com aderência e inclusões de óxido de ferro. Alguns corroídos; 5% de magnetita; traços de mica biotita intemperizada.
	Cascalho	100% de quartzo, grãos hialinos, alguns com aderência de óxido de ferro, alguns grãos corrugados; traços de feldspato intemperizado.
C	Areias	60% de quartzo, grãos hialinos, 40% de mica biotita intemperizada.
	Cascalho	98% de quartzo, grãos leitosos, uns com aderência de mica; 2% de biotita intemperizada.

◆ **Neossolo Flúvico**

Segundo EMBRAPA (1999), esses solos são considerados um grupamento de solos pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico.

São solos em via de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou por características inerentes ao material originário.

Compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 30 cm de espessura, com pequena expressão dos processos pedogenéticos, em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário. Não apresentam nenhum tipo de horizonte B (EMBRAPA, 1999).

Também pertencem a esta classe solos com horizonte A com menos de 30 cm de espessura, seguido de camada com 90% ou mais (expresso em volume) de fragmentos de rocha ou do material de origem, independente de sua resistência ao intemperismo.

O Neossolo Flúvico é derivado de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, apresentando ambos ou um dos seguintes requisitos (EMBRAPA, 1999):

- decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 200 cm da superfície do solo; e/ou
- camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 200 cm da superfície do solo.

Foram identificados em áreas limitadas ao longo dos cursos d'água da área de estudo e em áreas mais expressivas do rio Itapemirim (Figura 2.2.4-4) e afluentes do córrego Jacaré.

A principal limitação de uso dos Neossolos Flúvicos é a presença de lençol freático muito próximo à superfície, o que os torna propensos a serem atingidos por enchentes e impede a mecanização em virtude da instabilidade do solo.



Figura 2.2.4-4: Neossolo Flúvico às margens do rio Itapemirim, na área de influência direta do empreendimento.

◆ CONCLUSÃO

As classes de solos encontradas na região do empreendimento, no geral, se dividem em três grupos com características distintas: os Chernossolos Argilúvios, Nitossolo Vermelho e Neossolo Flúvico. A cada variação do tipo de solo, algumas de suas características particulares foram observadas, mostrando sua adequação ou não para o uso como pastagem e para a agricultura. Além disso, sua associação com os padrões geomorfológicos presentes pode ou não contribuir para a influência dos processos geodinâmicos na região.